

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-211755
 (43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.CI. G03G 15/16
 G03G 15/00
 G03G 15/01
 G03G 21/00

(21)Application number : 07-283588
 (22)Date of filing : 31.10.1995

(71)Applicant : RICOH CO LTD
 (72)Inventor : SETO MITSURU
 FUKUDA SHIGERU
 HIRANO YASUO
 AOTO ATSUSHI
 YAMASHITA MASAHIDE
 BISAIJI TAKASHI
 OSAKI MASAMITSU
 SHINTANI TAKASHI

(30)Priority

Priority number : 06280725 Priority date : 15.11.1994 Priority country : JP
 06296638 30.11.1994

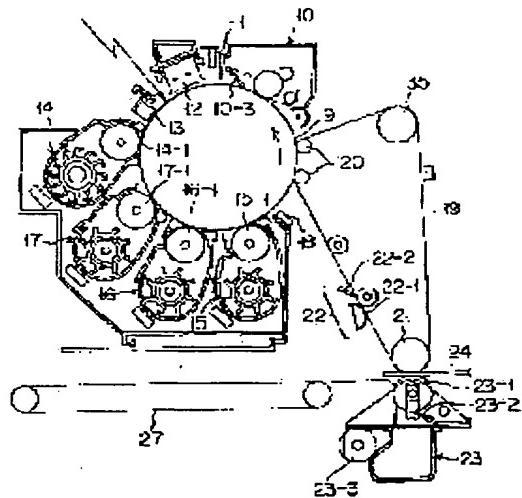
JP

(54) IMAGE FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To effectively prevent vermicular image from occurring by specifying a relationship of the surface tensions of an image carrier and intermediate transfer body in use.

CONSTITUTION: A visible developed image in color, formed on the photoreceptor (image carrier) 9, is primarily transferred onto the intermediate transfer belt (intermediate transfer body) 19, which moves in an endless form, and this primary transfer image is secondarily transferred to a transfer material 24. Here, the relationship between the surface tensions of the photoreceptor 9 and intermediate transfer belt 19 in use is regulated to the surface tension of the photoreceptor 9 \leq that of the intermediate transfer belt 19. It is preferable that the surface tension of the intermediate transfer belt 19 be $\leq 41 \text{ dyn/cm}$ and its surface roughness be 0.6–0.9, μm (10-points average roughness by JISBO 601). Further, it is preferably that the linear velocity of the photoreceptor 9 be not equal to that of the intermediate transfer belt 19.



: **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 11.05.2001

: [Date of sending the examiner's decision of
rejection] 17.06.2003

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-211755

(43)公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 03 G 15/16				
15/00	550			
15/01	114 A			
21/00	350			

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 21 頁)

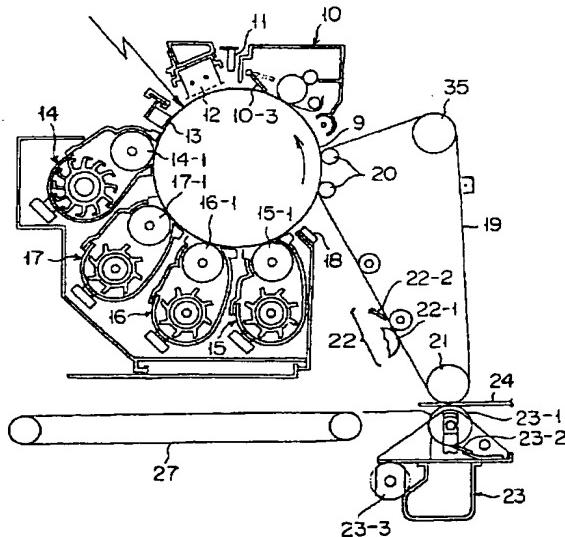
(21)出願番号	特願平7-283588	(71)出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22)出願日	平成7年(1995)10月31日	(72)発明者	瀬戸 满 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(31)優先権主張番号	特願平6-280725	(72)発明者	福田 茂 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(32)優先日	平6(1994)11月15日	(72)発明者	平野 泰男 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(33)優先権主張国	日本(J P)	(74)代理人	弁理士 横山 亨 (外1名)
(31)優先権主張番号	特願平6-296638		最終頁に続く
(32)優先日	平6(1994)11月30日		
(33)優先権主張国	日本(J P)		

(54)【発明の名称】 画像形成装置

(57)【要約】

【課題】像担持体上に順次形成される複数の可視の色現像画像を無端状に走行する中間転写体上に順次重ね合わせて1次転写し、この中間転写体上の1次転写画像を転写剤に一括して2次転写する中間転写方式の画像形成装置において、所謂虫喰い状の画像の発生を効果的に抑制すること。

【解決手段】実使用状態における像担持体9、中間転写体19、転写材24の各、表面エネルギーまたは表面張力または付着力等の関係を、像担持体9における値≤中間転写体19における値≤転写材24における値の順に設定する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に 1 次転写し、この中間転写体上の 1 次転写画像を転写材に 2 次転写する中間転写方式の画像形成装置において、
実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各表面張力が、
像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力
の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の画像形成装置において、
前記中間転写体の表面張力が、41 dyn/cm 以下であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】請求項 1 記載の画像形成装置において、
前記潜像担持体、前記中間転写体の各線速度が、
像担持体の線速度 \neq 中間転写体の線速度
の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 4】請求項 1 記載の画像形成装置において、
前記中間転写体の表面粗度が 0.6 ~ 0.9 μm (JIS B 0601 による十点平均粗さ) であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 5】請求項 1 記載の画像形成装置において、
実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各表面張力が、
像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力 \leq 転写材の表面張力
の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 6】請求項 5 記載の画像形成装置において、
前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各線速度が、
像担持体の線速度 \neq 中間転写体の線速度、
像担持体の線速度 = 転写材の線速度

の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 7】請求項 5 記載の画像形成装置において、
前記中間転写体の表面粗度が 0.6 ~ 0.9 μm (JIS B 0601 による十点平均粗さ) であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 8】像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に 1 次転写し、この中間転写体上の 1 次転写画像を転写材に 2 次転写する中間転写方式の画像形成装置において、
実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体の各表面エネルギーが、
像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギー

の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 9】請求項 8 記載の画像形成装置において、
前記像担持体の表面に表面エネルギーを下げるために潤滑剤を塗布することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 10】請求項 8 記載の画像形成装置において、
前記像担持体及び前記中間転写体の各表面の表面エネル

10

2

ギーを下げるために、それぞれの表面に潤滑剤を塗布することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 11】請求項 10 記載の画像形成装置において、
前記像担持体の表面に塗布される潤滑剤は、前記中間転写体の表面に塗布される潤滑剤と同等以下の表面エネルギーを前記像担持体の表面に与えるものであることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 12】請求項 10 記載の画像形成装置において、
前記像担持体の表面に塗布される潤滑剤は、前記中間転写体の表面に塗布される潤滑剤と同じものであることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 13】請求項 10 記載の画像形成装置において、
前記像担持体の表面に塗布される潤滑剤の単位時間当たりの塗布量は、前記中間転写体の表面に塗布される潤滑剤の単位時間当たりの塗布量よりも多いことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 14】像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に 1 次転写し、この中間転写体上の 1 次転写画像を転写材に 2 次転写する中間転写方式の画像形成装置において、
実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体とトナーとの付着力が、

像担持体とトナーとの付着力 \leq 中間転写体とトナーとの付着力
の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 15】請求項 14 記載の画像形成装置において、
実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材とトナーとの付着力が、

像担持体とトナーとの付着力 \leq 中間転写体とトナーとの付着力
の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 16】像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に 1 次転写し、この中間転写体上の 1 次転写画像を転写材に 2 次転写する中間転写方式の画像形成装置において、
前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各線速度が、

像担持体の線速度 \neq 中間転写体の線速度

像担持体の線速度 = 転写材の線速度

の関係にあることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複写機、プリンター、ファクシミリなどの電子写真方式を用いた画像形成装置に関し、詳しくは、中間転写ベルト等の中間転写体を介在させて、像担持体から中間転写体へトナー像を転

40

50

写する1次転写、中間転写体上の1次転写画像を転写材へ転写する2次転写の各転写工程を経て画像形成を行う画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

I. 像担持体、例えば感光体上に順次形成される複数の可視の色現像画像を無端状に走行する中間転写体、例えば中間転写ベルト上に順次重ね合わせて1次転写し、この中間転写体上の1次転写画像を転写材に一括して2次転写する中間転写方式の画像形成装置が知られている。とりわけ、中間転写方式は、色分解された原稿画像をブラック、シアン、マゼンタ、イエローなどのトナーによる減色混合を用いて再現するいわゆる、フルカラー画像形成装置において各色トナー像の重ね転写方式として採用されている。

【0003】このような画像形成装置において、色現像画像を構成するトナーの1次転写時及び2次転写時における局部的な転写抜けに起因して、最終的な画像媒体である転写紙等による転写材上の画像中に、局部的に全くトナーが転写されず、所謂虫喰い状の部分を生ずることがある。このような虫喰い状の画像の例を図8示す。虫喰い状の画像は、面積画像の場合には図8に符号wで示すように、ある面積を以って転写抜けとなることにより生ずる他、ライン画像の場合には、ラインが途切れるように転写抜けを生ずることにより生ずる。かかる異常画像をなくするには、転写抜けが発生しないようにすることであり、つまり、転写性を向上させればよく、そのための技術として、以下に述べる技術が提案されている。

【0004】転写性を向上させるための既存の技術は、次の5つに分類できる。

①. 中間転写体の表面粗度低減に関する技術

a. 中間転写体にエラストマーを使用し、かつ、中間転写体の表面粗度を規定することで、中間転写体と転写材との密着性を向上させて、転写性を向上、虫喰い状画像発生防止をはかる（特開平3-242667号公報）。

【0005】b. 中間転写体の表面粗度を規定し、転写性向上、虫喰い状画像発生防止をはかる（特開昭63-194272号公報、特開平4-303869号公報、特開平4-303872号公報、特開平5-193020号公報）。

【0006】これら①の範疇に属する従来技術は、1次転写工程における像担持体と中間転写体間、2次転写工程における中間転写体と転写材間、でのトナー転写に関するもので、放電現象をともなうともいえる。ここで、中間転写体表面が極端な凹凸状の表面粗度であるとすると、凸部上と凹部上でのトナーに対する転写電界は、

凸部転写電界>凹部転写電界

となり、凸部転写電界が相対的に大きくなる。

【0007】そのわけは、次のように説明できる。図9を参照するに、平坦な表面を有する電極Iと、この電極

Iに微小なエアギャップGpを介して対面する鋸歯状の表面を有する電極IIを想定したとき、像担持体と中間転写体間、中間転写体と転写材間などの転写媒体間のトナー転写電界は、これら転写媒体間のエアギャップ電界として、

1次転写電界…像担持体／中間転写体間のエアギャップ電界

2次転写電界…中間転写体／転写材間のエアギャップ電界

で説明できる。

【0008】図9において、凸部をII-1、凹部をII-2とすると、電極I、電極IIに転写バイアス電圧が印加された場合、これら電極間の距離が離れている凹部II-2に比較し、距離が短い凸部II-1に放電が集中する。つまり、

凸部エアギャップ電界>凹部エアギャップ電界

となる。同様の理由により、中間転写体の表面粗度が大きい場合の凸部、凹部のエアギャップ電界は、

凸部転写電界>凹部転写電界

となる。

【0009】このようなことから、凸部、凹部両者のトナー形状を同一とみなした場合、凹部に比較して凸部でのトナーの方が大きい電界中に位置するので、大きな静電的力を受けて転写されやすくなる。よって、凸部に比較して、凹部は転写されにくいといえる。また、凹部のエッジなどに位置するトナーの中間転写体に対する付着力は、凸部のエッジなどに位置するトナーの中間転写体に対する付着力よりも大きいので、凹部は転写されにくいといえる。つまり、図10において模倣的に、1粒のトナーを符号Tで、接触面をハッチングを施した面でそれぞれ示したとすると、トナーの実効付着力は、図10(a)に示した如き平面接触、及び、図10(b)に示した如き凸部接触に比べて、図10(c)、図10(d)にそれぞれ示した如き凹部接触の方が接触面積が大きくなる。接触する互いの材料が同一系の場合、近接面（=付着面）に対してファン・デル・ワールス力が働くことから、実効付着力の大小は付着力の大小と同義となる。従って、

凹部付着力>凸部付着力

となる。

【0010】以上のことから、表面の凹凸による転写性の差異が実質上問題とならないレベルまで、中間転写体表面の粗度は粗さが少ない傾向にするのがよいといえる。このことは、感光体にもいえることであるが、感光体の表面粗度は、古くはSeドラムまで遡り、かかる感光体についてその表面粗度を転写性を考慮して一定値に抑制することは、周知の技術として知られている。

【00011】従って、凹凸による転写性の差異が実質上問題とならないレベルまで、中間転写体表面の粗度を調整することは、虫喰い状画像の発生防止にとって、意

味のあることである。

【0012】②. 転写媒体間での線速度差の設定に関する技術

転写媒体間の線速度を規定し、転写性向上、虫喰い状の異常画像発生防止をはかる（特開平2-213882）。

【0013】この②の従来技術について、感光体と中間転写体との間の転写である1次転写を例にして説明する。感光体と中間転写体の線速度が等しい場合には、感光体とトナーとの間に働く付着力に対し転写電界のみでトナーを中間転写体側に移行するように電気的な力を作用させなければならない。しかるに、感光体と中間転写体との間に線速度差を設ける。つまり、両者間に一定の線速度差がある場合は、転写に際してトナーに対し、感光体・中間転写体の速度差に起因する機械的な力と転写電界による電気的な力の双方を作用させることができることとなる。

【0014】従って、機械的な力と転写電界による力の双方を作用させることのできる、後者の方が転写性に優れているといえ、虫喰い状画像を微視的な転写性欠如による現象と考えると、転写媒体間（感光体と中間転写体間）に線速度差を設けた方が虫喰い状の異常画像の解消に有利であるといえる。

【0015】③. 転写ニップ圧の低減に関する技術
転写ニップ圧を特定化し、転写性向上、虫喰い状画像発生防止をはかる（特開平1-177063号公報、特開平4-284479号公報）。

【0016】これらの③の従来技術について、感光体と中間転写体との間の転写である1次転写を例にして説明する。1次転写に際して感光体、中間転写体は機械的又は静電力により押圧されている（転写ニップ圧）。つまり、両者の間に介在するトナーは、押圧されていることとなる。この押圧による分子間距離の近接に伴い、ファン・デル・ワース力は増大し、また、トナーの凝集によるトナー分子間の引力も増大する。これらの理由から、転写性の観点から、虫喰い状画像の解消には、転写ニップ圧を低くするのが望ましいといえる。

【0017】④. 中間転写体の表面エネルギーの低減に関する技術

a. 中間転写体材料の濡れ性を小に特定化し、転写性向上、虫喰い状画像発生防止をはかる（特開平2-198476号公報、特開平2-212867号公報）。ここで、濡れ性とは、液体と固体との間での付着力を意味する。付着力とは、異種の物質を引き離すのに要するエネルギーであり、従って、液体の表面張力を γ_a 、固体の上に液体を置くときの接触角を θ とし、これら液体と固体間に作用する付着力をWで示すと、

$$W = \gamma_a (1 + \cos \theta) \cdots (1)$$

で表すことができる。Xなる材料の表面張力（=臨界表面張力）は以下の方法で求めるができる。表面張力（ γ_e

γ_e ）の異なる試薬を材料X上に滴下し、接触角（ $\cos \theta$ ）を測定し、然る後、試薬の表面張力（ γ_a ）とそれぞれの接触角（ $\cos \theta$ ）の関係を作図する。この作図にかかる、いわゆるジスマンプロットの各点を結びその延長線が $\cos \theta = 1$ の線と交わる点の表面張力（ γ_e ）を求める。この求められた表面張力を臨界表面張力（=表面張力）と称する。

【0018】ここで、任意の同一試薬、例えば水で、各種材料の濡れ性（W）を測定したとすると、

10 a. 試薬一定であるから、（1）式における表面張力 γ_a は一定となる。

b. 従って、濡れ性（W）と接触角（ $\cos \theta$ ）は比例関係になる。

上記a、bより、同一試薬で各種材料の濡れ性（W）を測定することは同一表面張力（ γ_a ）で接触角（ $\cos \theta$ ）を求めているといえる。一方、ジスマンプロットは多くの場合、直線となり、その勾配は材料により極端に異なることはない。以上より、同一試薬、例えば水による材料の濡れ性比較は、材料の表面張力比較ともいえる。特開平2-198476号公報、特開平2-212867号公報では、濡れ性の小さい中間転写材料を用いて虫喰い状の画像の発生を防止しようとしているが、言い換えれば、表面エネルギーの小さい中間転写材料を用い、虫喰い状の画像の発生を防止しているものといえる。

【0019】b. 中間転写体を多層構成とし、離型性に優れた材料を最表層とすることで転写性向上、虫喰い状画像発生防止をはかる（特開昭62-293270号公報、特開平5-204257号公報、特開平5-303293号公報）。

【0020】c. 中間転写体表面に離型性に優れた物質を供給し、転写性向上、虫喰い状画像発生防止をはかる（特開昭58-187968号公報）。上記④の技術では、中間転写体の表面張力を低く抑え、トナーに対する離型性を向上させ、転写材に対する転写性を改善している。異種物質間の付着力は、表面張力の関数として表され、表面張力の増加に伴い、中間転写体に対するトナーの付着力が増大することは周知の事実である。ここで、純物質の場合、表面張力は表面エネルギーと同義である。また、一般的に純物質でなくとも、濡れ性と同様に表面張力は表面エネルギーの代用特性として扱われている。上記④の技術について、トナーと像担持体、トナーと中間転写体、トナーと転写材の、各付着力は、各部材の静電気力、ファンデルワールス力等、作用する全ての物理的な力を総合した力である。

【0021】⑤. 中間転写体表面のトナーフィルミング層の除去に関する技術

中間転写体表面をフィルミング研磨などによりリフレッシュして、転写性を維持し、経時での虫喰い状画像発生の防止をはかる（特開平5-273893号公報、特開

30 40 50

平5-307344号公報、特開平5-313526号公報、特開平5-323802号公報)。

【0022】前記した①～④の技術のうち、仮に、④の技術課題が達成されて中間転写体の表面張力が理想どおりに低減されたとすると、中間転写体のフィルミングは発生しなくなり、⑤の技術は不要となる。つまり、⑤の技術は④の技術を補う補完技術であるといえる。

【0023】Ⅱ. 一方、2次転写工程における虫喰い画像の発生に関しては次の技術がある。2次転写工程における虫喰い画像は、2次転写の手段として、ローラを媒介とするローラ転写を行う場合に発生しやすい。それは、次のa、bの2つの理由による。

a. フルカラー画像の場合、トナー層厚が厚くなることに加え、ローラによる接触圧力により、中間転写体の表面とトナー間の非クーロン力である機械的な付着力が強力に発生すること、つまり、ローラの圧接によるローラ圧の増大により機械的付着力が増大し、トナーの実効密度が増大し、トナー近接によりファン・デル・ワ尔斯力が増大し、その結果、トナー間付着力が増大する。

【0024】b. 画像形成プロセスを繰り返し実行する過程において、中間転写体表面にトナーがフィルム状に付着するトナーのフィルミング現象を起こし、中間転写体表面とトナーとの間に付着力が発生する。つまり、一般的に、中間転写体にはトナーフィルミングが発生しないように表面張力又は表面エネルギーの小さい材料が選択使用されるが、その場合においても、

i. 「中間転写体とトナー」間の表面張力に見合う付着力は発生してしまう。そして、ひとたび、トナーフィルミングが発生すると、「中間転写体とトナー」との間の付着力は、

i i. トナー同士の表面張力で決定される付着力となるが、ここで、iの付着力よりもi iの付着力の方が大きいことは明白である。以上により、トナー間付着力が増大することから、転写が部分的になされない中抜け現象が発生し、虫喰い画像を生ずるといえる。

【0025】かかる中抜け現象を回避する手段として、米国特許 第5053827号 (METHOD AND APPARATUS FOR INTERMITTENT CONDITIONING OF A TRANSFER BELT) に開示された技術がある。

【0026】この米国特許には、中間転写体としての中間転写ベルトの表面エネルギーよりも小さい表面エネルギーを有するフッ素系の材料からなる部材で構成されているローラ (conditioning mean) を中間転写ベルト表面に当て、中間転写ベルト表面の表面エネルギーを減じるコンディショニングプロセスを有する、との開示がある。

【0027】さらに、ポリカーボネートを用いた中間転写ベルトを具体例として、その初期の表面エネルギーは37～38 dyn-cmであり、コンディショニングブ

ロセスを用いないと40～45 dyn-cmに上昇し、40 dyn-cmを越えると転写の不具合が発生するとしている。

【0028】この不具合を回避するために、上記したように、例えば、30 dyn-cm以下のフッ素をベースとした材料で形成されたローラをベルトに当て、表面にフッ素材料の薄いコート層を形成し、ベルト表面の表面エネルギー上昇を抑制することが述べられている。

【0029】さらに、この米国特許には、ベルトの表面エネルギーを下げすぎると、逆に感光体から中間転写ベルトへの転写に不具合が発生する旨の開示がある。

① 本願の発明者は、後述する図1に示す中間転写ベルト19を用いた画像形成装置において、ポリカーボネートを材料とした中間転写ベルトを用いたところ、経時に2次転写において、虫喰い状の画像が発生した。

【0030】② 中間転写ベルトに潤滑剤として、ステアリン酸亜鉛を適量塗布した実験を行ったところ、2次転写の不具合は解消されたが、トナーの付着量が減少し、“かすれ”状の画像が発生し、その発生場所を確認したところ、1次転写工程にて起っていることが判明した(後述する、図5参照)。

【0031】③ フッ素系の材料であるETFE(エチレン・テトラ・フルオロ・エチレン)を用いた中間転写ベルトでは、初期から上記“かすれ”現象が発生した。これを従来例と照らし合わせてみると、中間転写ベルトの表面エネルギーが前記コンディショニングプロセスによりあるレベルに抑制されるのに対して、トナー像担持体である感光体は、クリーニングブラシローラなどにより表面を研磨しているものの、経時に中間転写ベルトと同様に表面にトナーがフィルム状に付着したり、オゾン、NO_xなど、コロナチャージャの放電生成ガスにより汚染されて徐々に表面エネルギーが上昇し、トナーは感光体側へ機械的に付着し易くなり、転写性が損なわれることによるものと考えられる。

【0032】④ かかる転写性能の劣化は、トナー像の一部が転写されない不具合の他に、ブラック、シアン、マゼンタ、イエローの順に中間転写体へ像を重ねる作像順を有する装置において、黒文字部などブラックトナー単色で再現される像部として転写されたブラックトナー像が以降の工程にて、感光体へ逆に転写されてしまう不具合としても頭在化する。ちなみに、ETFEの中間転写ベルトにて初期から不具合が発生したのは、初期状態にて感光体表面と中間転写ベルト表面の表面エネルギー差が大きく異なっているためであると考えられる。

【0033】これらの不具合を回避するために、米国特許にかかる技術では、中間転写ベルトの表面エネルギーが高くなりすぎたときに、コンディショニングプロセスを動作させることにしている。具体的には、予め決められたコピー枚数を超えた時点にて、コンディショニングプロセスを作動させる。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】虫喰い状画像の発生要因として従来技術の項のⅠで述べた内容を整理すると、5つの要因に分けることができた。しかし、これらの要因はそれぞれ独立して転写性を向上させる技術として提案されているものである。ちなみに、これらの要因を組み合わせて虫喰い状画像の発生防止効果の確認をしたところ、効果のあるもの、ないもの、と結果はまちまちであった。一方、従来技術の項のⅡで述べた内容に即して、本願の発明者も同様の実験をおこなったが、中間転写ベルトの表面エネルギーが高くなり過ぎることを予め決められたコピー枚数で検知代用することは、あらゆる場合を想定すると非常に困難であることが判明した。その理由は、コンディショニングプロセスにて中間転写ベルト表面に供給される表面エネルギーを下げる剤の量とコンディショニングプロセス間に上昇する表面エネルギーの量、具体的には転写工程で削られる剤の量および中間転写ベルト表面に付着するトナーの量は常に一定ではないからである。

【0035】このため、中間転写ベルトに供給される表面エネルギー下降剤の量が多い（あるいは、2次転写工程で中間転写ベルトから削られる表面エネルギー下降剤の量が少ないと、または、1次転写工程で中間転写ベルトの表面に付着するトナーの量が少ない）場合は、感光体から中間転写ベルトへ転写する工程にて転写の不具合が発生し、中間転写ベルトに供給される表面エネルギー下降剤の量が少ないと（あるいは、2次転写工程で中間転写ベルトから削られる表面エネルギー下降剤の量が多いとき、または、1次転写工程で中間転写ベルトの表面に付着するトナーの量が多い）場合は、中間転写ベルトから転写紙へ転写する工程での2次転写の不具合が発生してしまう。

【0036】本発明は、これらの従来技術を踏まえ、所謂虫喰い状画像の発生を効果的に抑制することのできる技術を提供することを目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明は、次の構成とした。

(1) 像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に1次転写し、この中間転写体上の1次転写画像を転写材に2次転写する中間転写方式の画像形成装置において、実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各表面張力を、

像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力の関係とした請求項1）。

【0038】(2) (1)記載の画像形成装置において、前記中間転写体の表面張力を、41dyn/cm以下とした（請求項2）。

【0039】(3) (1)記載の画像形成装置におい

て、前記潜像担持体、前記中間転写体の各線速度を、像担持体の線速度 \neq 中間転写体の線速度の関係とした（請求項3）。

【0040】(4) (1)記載の画像形成装置において、前記中間転写体の表面粗度を0.6~0.9μm (JIS B 0601による十点平均粗さ)とした（請求項4）。

【0041】(5) (1)記載の画像形成装置において、実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各表面張力を、像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力 \leq 転写材の表面張力の関係とした（請求項5）。

【0042】(6) (5)記載の画像形成装置において、前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各線速度を、像担持体の線速度 \neq 中間転写体の線速度、像担持体の線速度=転写材の線速度の関係とした（請求項6）。

【0043】(7) (5)記載の画像形成装置において、前記中間転写体の表面粗度を0.6~0.9μm (JIS B 0601による十点平均粗さ)とした（請求項7）。

(8) 像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に1次転写し、この中間転写体上の1次転写画像を転写材に2次転写する中間転写方式の画像形成装置において、実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体の各表面エネルギーを、像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギー

とした（請求項8）。

【0044】(9) (8)記載の画像形成装置において、前記像担持体の表面に表面エネルギーを下げるために潤滑剤を塗布することとした（請求項9）。

(10) (8)記載の画像形成装置において、前記像担持体及び前記中間転写体の各表面の表面エネルギーを下げるために、それぞれの表面に潤滑剤を塗布することとした（請求項10）。

【0045】(11) (10)記載の画像形成装置において、前記像担持体の表面に塗布される潤滑剤は、前記中間転写体の表面に塗布される潤滑剤と同等以下の表面エネルギーを前記像担持体の表面に与えるものとした（請求項11）。

【0046】(12) (10)記載の画像形成装置において、前記像担持体の表面に塗布される潤滑剤は、前記中間転写体の表面に塗布される潤滑剤と同じものとした（請求項12）。

【0047】(13) (10)記載の画像形成装置において、前記像担持体の表面に塗布される潤滑剤の単位時間当りの塗布量を、前記中間転写体の表面に塗布され

る潤滑剤の単位時間当りの塗布量よりも多くした（請求項13）。

【0048】（14）像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に1次転写し、この中間転写体上の1次転写画像を転写材に2次転写する中間転写方式の画像形成装置において、実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体とトナーとの付着力を、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力

とした（請求項14）。

【0049】（15）（14）記載の画像形成装置において、実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材とトナーとの付着力を、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力≤転写材とトナーとの付着力

とした（請求項15）。

【0050】（16）像担持体上に形成される可視の色現像画像を無端状に移動する中間転写体上に1次転写し、この中間転写体上の1次転写画像を転写材に2次転写する中間転写方式の画像形成装置において、前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材の各線速度を、

像担持体の線速度≠中間転写体の線速度

像担持体の線速度=転写材の線速度

とした（請求項16）。

【0051】

【実施例】以下に示す画像形成装置を使用して、各種の条件を設定して、虫喰い状画像発生を軽減できる条件を探るための実験を行った。

【0052】（一）発明の実施に適する画像形成装置の構成

本発明にかかる画像形成装置の一例として、カラー複写機の例を図1～図3により、説明する。なお、図3はカラー複写機の全体構成を示し、図2はこのカラー複写機のうちのカラー画像記録装置を拡大して示したものである。図1は、図2に示したカラー画像記録装置と一部構成を異にするもので、後述するように、図2に示す構成では、感光体クリーニングユニット10に潤滑剤39を塗布する手段及び、中間転写ベルト19に潤滑剤37を塗布する手段をそれぞれ備えているのに対し、図1に示す構成ではこれらの手段を備えていない点が異なるだけで、その他の構成は同じである。中間転写体としては、中間転写ベルトの他に、中間転写ドラムとして構成することも考えらえるが、以下の説明では、ベルトとして構成した例で説明する。

【0053】図3において、カラー画像読み取り装置（以下、カラースキャナという。）1は、カラー画像の読み取りに際し、原稿3の画像を照明ランプ4で照明し、その反射光を、ミラー5-1、5-2、5-3などのミラー群およびレンズ6を介してカラーセンサ7に結

像する。カラーセンサ7に結像された原稿のカラー画像情報は、ブルー、グリーン、レッド（以下、B、G、Rと略記する。）の各色分解光毎に読みとられ、電気的な信号に変換される。カラーセンサ7は、この例では、B、G、Rの色分解手段と、CCDのような光電変換素子で構成されており、3色同時読に取りを行う。

【0054】このようにしてカラースキャナ1で得られたB、G、Rの色分解画像信号の強度レベルを基にして、画像処理部（図示なし）で色変換処理を行い、ブラック（以下、BKで示す）、シアン（以下、Cで示す）、マゼンタ（以下、Mで示す）、イエロー（以下、Yで示す）のカラー画像データを得る。

【0055】これらのカラー画像データを、カラー画像記録装置（以下、カラープリンタという）2において、BK、C、M、Yの各色にて顕像化を行い、これらの顕像化されたトナー像を重ね合わせて最終的に4色フルカラー画像を得る。

【0056】つぎに、カラープリンタ2の概要を図3を参照しつつ説明する。書き込み光学ユニット8は、カラースキャナ1からのカラー画像データを光信号に変換して、原稿画像に対応した光書き込みを行い、像担持体としての、ドラム状をした感光体9に静電潜像を形成する。

【0057】書き込み光学ユニット8は、レーザ光源8-1と、その発光駆動装置（図示なし）、ポリゴンミラー8-2およびその回転用モータ8-3とfθレンズ8-4や反射ミラー8-5などで構成されている。

【0058】感光体9は矢印で示す如く反時計まわりの向きに回転するが、そのまわりには、感光体クリーニングユニット（クリーニング前除電器を含む）10、除電ランプ11、帯電器12、電位センサ13、BK現像器14、C現像器15、M現像器16、Y現像器17、現像濃度パターン検知器18、中間転写体としての中間転写ベルト19等が配置されている。

【0059】各現像器は、図2に示すように、静電潜像を現像するために現像剤の穂を感光体9の表面に接触させて回転する現像スリーブ14-1、15-1、16-1、17-1と、現像剤を汲み上げ、攪拌するために回転する現像パドル14-2、15-2、16-2、17-2および現像剤のトナー濃度検知センサ14-3、15-3、16-3、17-3などで構成されている。

【0060】待機状態では4個の現像器の全てについて、現像スリーブ上の現像剤が穂切り（現像不作動）状態になっているが、現像動作の順序（カラー画像形成順序）が、BK、C、M、Yの例で以下、説明する。ただし、画像形成順序はこれに限定されるものではない。

【0061】コピー動作が開始されると、カラースキャナ1で所定のタイミングからBK画像データの読み取りが開始される。同時に、図2に示されていない感光体の駆動機構により、感光体9は反時計回りの向きに回転駆

動されるとともに、感光体9は帯電器12により一样に帶電させられる。

【0062】カラースキャナにより読み取られたBk画像データに基づき、レーザ光による光書き込み・潜像形成が始まる。以下、Bk画像データによる静電潜像をBk潜像と称する。C、M、Yの各画像データに基づき形成された各静電潜像もこれに準じてC潜像、M潜像、Y潜像とそれぞれ称することとする。

【0063】Bk潜像の先端部から現像可能とすべく、Bk現像器14の現像位置に潜像先端部が到達する前に現像スリーブ14-1を回転開始して現像剤の穂立てを行い、Bk潜像をBkトナーで現像する。以後、Bk潜像領域の現像動作を続けるが、Bk潜像後端部がBk現像位置を通過した時点で、速やかにBk現像スリーブ14-1上の現像剤の穂切りを行い、現像不動作状態にする。これは、少なくとも、次のC潜像先端部が到達する前に完了させる。なお、穂切りは現像スリーブ14-1の回転方向を、現像動作中とは逆方向に切り換えることで行う。

【0064】感光体9に形成したBkトナー像は、感光体と等速駆動されている中間転写ベルト19の表面に転写される（以下、感光体から中間転写ベルトへのトナー像の転写を「1次転写」と称する）。1次転写は、感光体9と中間転写ベルト19の接触状態において後述の転写バイアスローラ20に所定のバイアス電圧を印加することで行う。

【0065】中間転写ベルト19に、感光体9に順次形成するBk、C、M、Yのトナー像を、同一面に順次位置合わせて、4色重ねのベルト転写画像を形成し、その後、転写紙に一括転写を行う。

【0066】感光体9には、順次、Bk、C、M、Yのトナー像が形成され、形成された順に中間転写ベルトの同一面に順次位置合わせて4色重ねのベルト転写画像が形成される。こうして、フルカラーのトナー画像が形成された後、該フルカラーのトナー画像は転写材としての転写紙24（図3参照）に一括転写される。この、中間転写ベルト19から転写材としての転写紙24への転写を2次転写と称する。

【0067】ところで、感光体9では、Bk工程の次にC工程に進むが、所定のタイミングからカラースキャナによるC画像データの読み取りが始まり、その画像データによるレーザ光書き込みでC潜像形成を行う。

【0068】C現像器15は、その現像位置に対して、先のBk画像潜像後端部が通過した後でかつ、C潜像の先端が到達する前に現像スリーブ15-1を回転開始して現像剤の穂立てを行い、C潜像をCトナーで現像する。

【0069】以後、C潜像領域の現像を続けるが、潜像後端部が通過した時点で先のBk現像器の場合と同様にC現像スリーブ15-1上の現像剤の穂切りを行う。こ

れもやはり、次のM潜像先端部が到達する前に完了させる。なお、MおよびYの工程については、それぞれの画像データ読み取り・潜像形成・現像の動作が上述のBk、Cの工程と同様であるので、説明を省略する。

【0070】図2において、中間転写ベルト19は、転写バイアスローラ20、駆動ローラ21および従動ローラに掛け回されている。中間転写ベルト19は転写バイアスローラ20を介して感光体に圧接されていて、圧接部において、適度のニップ圧力が加えられている。駆動ローラ21には、図示しない駆動モータが連結されており、この駆動モータにより、駆動制御される。

【0071】ベルトクリーニングユニット22は、ブラシローラ22-1、ゴムブレード22-2およびベルトからの接離機構22-3等で構成されている。1色目のBk画像をベルト転写した後の、2、3、4色目をベルト転写している間は、接離機構22-3によってベルト面から離間させておく。

【0072】紙転写ユニット23は、紙転写バイアスローラ23-1、ローラクリーニングブレード23-2およびベルトからの接離機構23-3等で構成されている。紙転写バイアスローラ23-1は、通常は、中間転写ベルト19のベルト面から離間しているが、中間転写ベルト19の面に形成された4色の重ね画像を、転写紙24に一括転写するときに、タイミングをとって接離機構23-3で押圧され、該ローラ23-1に所定のバイアス電圧を印加して転写紙への転写を行う。

【0073】図2に示すように、転写紙24は、給紙ローラ25およびレジストローラ26によって中間転写ベルト19面の4色重ね画像の先端部が紙転写位置に到達するタイミングに合わせて図2に示す駆動ローラ21と紙転写バイアスローラ23-1間に給紙され、2次転写される。転写後の転写紙24は、搬送ベルト27により、搬送されて定着器に送られ、画像を定着された後、トレイに排出される。

【0074】中間転写ベルト19の動きかたは、1色目のBkトナー像のベルト転写が後端部まで終了した後の動作方式として、次の3通りが考えられ、この中の1方式か、またはコピーサイズ、コピー速度などに応じて効率的な方式の組合せによって動作させる。

40 【0075】(i) 一定速往復方式

① Bkトナー像のベルト転写後も、そのまま一定速度で往復を続ける。

② そして、中間転写ベルト19面上のBk画像先端位置が、再び感光体9との接触部のベルト転写位置に到達したとき、感光体9側には次のCトナー像の先端部が丁度、その位置にくるように、タイミングをとって、画像形成されている。

【0076】その結果、C画像は、Bk画像に正確に位置合わせて中間転写ベルト19上に重ねてベルト転写される。

【0077】③ その後も、同様の動作によって、M、Y画像形成工程に進み、4色重ねのベルト転写画像を得る。

【0078】④ 4色目のYトナー像ベルト転写工程に引き続き、そのまま往動しながら、ベルト面上の4色重ねトナー像を、上記したように転写紙24に一括転写する。

【0079】(ii) スキップ往動方式

① Bkトナー像のベルト転写が終了したら、感光体9面から中間転写ベルト19を離間させ、そのままの往動方向に高速スキップさせて、所定量を移動したら当初の往動速度に戻す。また、その後、再び、感光体9に中間転写ベルト19を接触させる。

【0080】② そして、中間転写ベルト19面上のBk画像先端位置が、再びベルト転写位置に到達したとき、感光体9側には次のCトナー像の先端部が丁度その位置にくるように、タイミングをとって画像が形成されている。その結果、C画像はBk画像に正確に位置合わせて重ねてベルト転写される。

【0081】③ その後も、同様動作によって、M、Y画像に進み、4色重ねのベルト転写画像を得る。

【0082】④ 4色目のYトナー像ベルト転写工程に引き続き、そのままの往動速度で、中間転写ベルト19面上の4色重ねトナー像を転写紙24に一括転写する。

【0083】(iii) 往復動（クイックリターン）方式

① Bk像のベルト転写が終了したら、感光体9面から中間転写ベルト19を離間させ、往動停止させると同時に逆方向に高速リターンさせる。このリターン動作により、中間転写ベルト19面上のBk画像先端位置が、ベルト転写相当位置を逆方向に通過し、さらに、予め設定された距離分を移動した後に停止させて、待機状態にする。

【0084】② 次に、感光体9側のCトナー像の先端部が、ベルト転写位置より手前の所定位置に到達した時点で、中間転写ベルト19を再び往動方向にスタートさせる。また、中間転写ベルト19を感光体9面に再び接触させる。この場合も、C画像が中間転写ベルト19面上でBk画像に正確に重なるような条件に制御されてベルト転写される。

【0085】③ その後も、同様の動作によって、M、Y画像工程に進み、4色重ねのベルト転写画像を得る。

【0086】④ 4色目のYトナー像のベルト転写工程に引き続き、リターンせずにそのままの速度で往動して、中間転写ベルト19面上の4色重ねトナー像を転写*

①感光体 : OPC

②中間転写ベルト : カーボン分散のフッ素系樹脂、 $P_n = 10^{10} \Omega \text{cm}$
 $m, P_s = 10^9 \Omega \text{cm}$

③紙転写バイアスローラ : ヒドリンゴムローラにPFEチューブを被覆
 $P_n = 10^9 \Omega \text{cm}$

*紙24に一括転写する。

【0087】これらの何れかの方式により、中間転写ベルト19面から4色重ねトナー像を一括転写された転写紙24は、搬送ベルト27により、定着器28に搬送され、所定温度にコントロールされた定着ローラ28-1と加圧ローラ28-2により、トナー像を溶融定着してコピートレイ29に搬出され、フルカラーコピーを得る。

【0088】一方、ベルト転写後の感光体9は、図2に示すように、クリーニング前除電器10-1、ブラシローラ10-2、ゴムブレード10-3などからなる感光体クリーニングユニット10で表面をクリーニングされ、除電ランプ11で均一除電される。

【0089】また、転写紙24にトナー像を転写した後の中間転写ベルト19は表面をクリーニングされる。このクリーニングは、ベルトクリーニングユニット22を再び接離機構22-3で押圧することにより行われる。リピートコピーの場合は、カラースキャナ1の動作および感光体9への画像形成は、1枚目のY(4色目)画像工程に引き続き、所定のタイミングで2枚目のBk(1色目)画像工程に進む。

【0090】また、中間転写ベルト19の方は、1枚目の4色重ね画像の転写紙への一括転写工程に引き続き、表面をベルトクリーニングユニット22でクリーニングされた領域に、2枚目のBkトナー像がベルト転写されるようとする。その後は、1枚目と同様の動作となる。

【0091】図3において、転写紙カセット30、31、32、33は、各種サイズの転写紙が収納されており、操作パネル(図示なし)で指定されたサイズの紙が収納カセットからタイミングをとってレジストローラ26方向に給紙、搬送される。符号34は、オーバーヘッドプロジェクター用の用紙や、厚紙による転写紙を手差しするための給紙トレイを示す。

【0092】以上までは、4色のフルカラーを得るコピーモードの説明であったが、3色コピーモード、2色コピーモードの場合は、指定された色と回数の分について、上記同様の動作を行うことになる。

【0093】また、単色コピーモードの場合は、所定枚数が終了するまでの間、その色の現像器のみを現像作動(剤穂立て)状態にして、中間転写ベルト19は、感光体9面に接触したまま往動方向に一定速度で駆動し、さらに、ベルトクリーニングユニット22も中間転写ベルト19に接触したままの状態でコピー動作を行う。本実施例の条件を以下に示す。

ポリオールをメイン樹脂にブラックはカーボン、シアン、マゼンタ、イエローは各顔料にて着色。シリカを外添

【0094】

④現像剤特性

トナー濃度 各色4~6 (wt%)

トナー帶電量 各色-15~-25 ($\mu C/g$)

⑤感光体電位

画像部 (LDデータ「255」) -80~

-130 (v)

非画像部 (LDデータ「0」) -500~
-700 (v)

【0095】(二) 虫喰い状画像の発生及び回避の条

件を探る実験

前記従来技術の項で述べた、①~④の4つの各技術のう

ち、①、②、③の技術について、以下の条件に固定し、

感光体9および現像剤(色現像画像を構成するトナー)*

*については、以下に示すものを使用して、中間転写ベルト19の表面張力をバラメータにとり、虫喰い状画像の評価実験をおこなった。

【0096】

条件1. 中間転写体の表面粗度……0.6~0.9 μm (JIS B0601による十点平均粗さ)

条件2. 転写媒体間線速度差

感光体線速度 (V_s) / 中間転写体 (V_m) 比……1.1

中間転写体線速度 (V_m) / 転写紙の線速度 (V_p) ……0.91

条件3. 転写ニップ圧

感光体と中間転写体間のニップ圧力……12.5 g/cm²

中間転写体と転写紙とのニップ圧力……25.0 g/cm²

条件4. 感光体……潤滑剤としてのステアリン酸亜鉛を塗布された、PRETE R550感光体 [(株)リコーの商品名]

条件5. 現像剤……タイプE現像剤 [(株)リコーの商品名]

【0097】(三) 請求項1、2、5に対応する説明

図1、図3に示す画像形成装置を用い、前記条件1~条

件5に従い、画像形成した。形成画像について、虫喰い

【0098】

状画像の発生状況を評価した。その評価結果および虫喰い

【表1】

中間転写体				虫喰い状画像	
樹脂材料	潤滑剤塗布	表面張力 (dyn/cm)	付着力 (nN)	ランク	発生工程
ETFE	有	1.5	3	1	1次転写
	無	2.4	7	3	1次転写
PVdF	有	1.9	5	2	1次転写
	無	2.8	8	3	1次転写
PET	有	2.1	8	3	1次転写
	無	3.3	1.8	5	無
PC	有	3.0	7	4	1次転写
	無	4.1	2.0	5	無
ABS	有	3.8	5.0	5	無
	無	5.2	1.00	2	2次転写

【0099】(注) 1: エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体 (ETFE) …ネオフロン: (株)ダイキ
ン工業社の商品名

(注) 2: ポリ弗化ビニリデン (PVdF) …Kyna 50 (注) 3: ポリエチレンテレフタレート (PET) …F

r 820: Penwai社の商品名

R-PET: (株)帝人の商品名

(注) 4: ポリカーボネート (PC) …: パンライトK

1300：(株)帝人化成の商品名

(注)5：アクリルニトリル-ブタジエン-ステレン共重合体(A B S)…トヨラックバレル：(株)東レの商品名

【0100】この実験に用いた中間転写ベルトは、ポリカーボネート(PC)にカーボンを分散し、押出し成型法にて作成された $10^{11} \sim 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ に抵抗調整されたシームレスベルト上に、表1に示された樹脂材料に塗工乾燥後の比抵抗が $10^{11} \sim 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ になるよ*

無視喰い状画像のランク	1	2	3	4	5
表面張力(dyn/cm)	15	19, 52	21, 24, 28	30	33, 38, 41

【0103】表2において、虫喰い状画像の各ランクは、次の基準による。

ランク5：虫喰い状の画像が全く発生していない。

ランク4：目視で認識できないレベルで虫喰い状の画像が発生し、80%以上で許容される程度。

ランク3：目視で認識できるレベルで虫喰い状の画像が発生し、50%程で許容される程度。

ランク2：目視で認識できるレベルで虫喰い状の画像が発生し、20%程度で許容される程度。

ランク1：目視で認識できるレベルで虫喰い状の画像が発生し、全く許容されない程度。

※

*う、カーボンを分散し調合された塗工液をスプレー塗工法で乾燥後の膜厚が $20 \mu\text{m}$ になるよう塗布して作成されたものを用いた。虫喰い状画像は5段階の目視試験評価とし、ベストはランク5、ワーストはランク1とし、中間のランクは中間の評価レベルとした。

【0101】上記表1に示す実験結果を表面張力と虫喰い状画像特性の観点から整理して、次の表2を得た。

【0102】

【表2】

※よって、ランク3以下は、実用上、不具合と判断し、ランク4以上を目標としている。この表2より、中間転写体の表面張力は小さい方が、また、接触角は大きい方が転写性(局部的な転写性を含む)が良いという考え方が誤りであることがわかる。

【0104】ここで、表1の結果を、虫喰い状画像が発生した工程(1次転写工程あるいは2次転写工程)と中間転写体の表面張力の観点から整理して、表3を得た。

【0105】

【表3】

発生工程	1次転写	2次転写	未発生
表面張力(dyn/cm)	15, 19, 21 24, 28, 30	52	33, 38, 41

【0106】表3より、

30

中間転写体の表面張力 小
中間転写体の表面張力 大

あることがわかる。また、上記中間転写体の表面張力大、小の中間に位置する中間転写体表面張力において、虫喰い状画像が未発生であることもわかる。

【0107】ここで、実験に用いた感光体の表面張力を測定したところ、 30 dyn/cm であった。この結果と表3の結果とを総合すると、

・中間転写体の表面張力が感光体の表面張力未満のとき、感光体に対するトナー付着力、または、付着し易さは中間転写体に対する付着力、または付着し易さを上回ることとなる。よって、静電力で感光体上から中間転写体上にトナーを転写し難い、または、中間転写体上に転写されたトナーが感光体上に逆転写されるといった現象が生じ、1次転写工程において虫喰い状の画像が生じることとなる。

【0108】表面張力は、付着したトナーを引き離す力又は、トナーの付着し易さを表す物理量として捉えられる。従って、像担持体と中間転写体または、中間転写体と転写材の表面張力が等しい場合には、これら間のトナ

..... 一次転写で虫喰い状画像発生
..... 二次転写で虫喰い状画像発生

ーの付着力、または付着し易さが転写電界による静電力を損なう方向には働かないので、等号で示す関係をも含めて、

感光体(像担持体)の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力なる条件では、虫喰い状画像の発生が抑制される。具体的には、実験結果より感光体の表面張力を 30 dyn/cm として、中間転写体の表面張力は 30 dyn/cm 以上、より好ましくはこの 30 dyn/cm を越える値となることが望ましい。一方、実験に用いた転写材の表面張力は 42 dyn/cm (測定値)であった。なお、ポリマーハンドブックによれば、セルロースの表面張力は $3.5 \sim 4.5 \text{ dyn/cm}$ 程度である。従って、実験結果より、中間転写材の表面張力は 30 dyn/cm 以上とし、更に 42 dyn/cm 以下とするのが、1次転写及び2次転写における転写性の向上により効果的であることが判明した。このことから、請求項2の発明では、実験結果より中間転写体の表面張力を 41 dyn/cm 以下と定めた。

50

【0109】2次転写工程における虫喰い状の画像は従来からの考え方通り、「中間転写体の表面張力が転写材の表面張力以上」になった場合は、2次転写工程において、虫喰い状の画像が発生する。よって、中間転写体の表面張力≤転写材の表面張力、なる条件では、虫喰い状の画像の発生が抑制される。

【0110】以上により、これらの条件をつなぐと、実際に画像形成装置を作動させ画像形成を行なう状態、つまり、実使用状態の下で、1次転写においては感光体（像担持体）の表面張力（30dyn/cm）≤中間転写体の表面張力（30～41dyn/cm）、より好ましくは感光体（像担持体）の表面張力（30dyn/cm）<中間転写対の表面張力（33～41dyn/cm）なる条件を満足する。これにより、1次転写における虫喰い条画像の発生は回避、抑制され、1次転写性の向上に伴い転写材上の最終画像においてもその転写性（2次転写性）は向上し、虫喰い条画像の防止効果はある。さらに、2次転写の転写条件を考慮に入れると、感光体（像担持体）の表面張力（30dyn/cm）≤中間転写体の表面張力（30～41dyn/cm）≤転写材の表面張力、より好ましくは、感光体（像担持体）の表面張力（30dyn/cm）<中間転写体の表面張力（33～41dyn/cm）≤転写材の表面張力、の条件を満足することも重要であり、虫喰い状画像の発生が無い又は実用上不具合無しとの、表1における、（PET、潤滑剤塗布無）、（PC潤滑剤塗布有、無）（ABS潤滑剤塗布有）の各ケースにより明らかである。このような関係を満足することができれば、虫喰い状の画像を発生させないことができるが、経時的に虫喰い状画像の発生の防止のため、上記の関係を満足する必要がある。つまり、当初は、かかる条件を続していくても、経的には、トナーのフィルミングなどにより像担持体と中間転写対の上記所定の関係が満たされなくなり、転写不良を生じてしまうおそれがある。従って、実使用時、つまり、当該画像形成装置を作動させ画像形成を行なうときはいつでも、上記所定の関係が満足される必要がある。そのためには、像担持体と中間転写体に、上記所定の関係を経時に満足する材料を選択し使用するか、又は図2に示すように、画像形成装置が使用される時には、感光体9に対してはステアリン酸亜鉛からなる板状の潤滑剤39をブラシローラ10-2を介して塗布し、さらに、中間転写ベルト19に対してはステアリン酸亜鉛からなる板状の潤滑剤37をブラシ38を介して塗布し、ブラシローラ10-2とブラシ38による単位時間当たりの塗布量を調整することによって、像担持体と中間転写体の表面エネルギーの関係を、上記所定の関係に経時に維持するようにしている。なお、潤滑剤塗布に関わる詳細な構成は、後述の請求項8～13で説明するものと同一である。なお、虫喰い状画像の防止について、種々の検討を重ねた結果、現時点での虫喰い状画像

のについては、表面張力の他に、

- ・転写面粗度
- ・転写ニップ圧
- ・転写媒体間の線速度差
- ・転写媒体とトナー間の摩擦帶電特性

などの各特性が各々関係するものと推測され、程度の差こそあれ、これらの要因も虫喰い状の画像が発生に影響を及ぼすと考えられる。

【0111】(四) 請求項14、15に対応する説明

本例は、実使用状態における像担持体、中間転写体とトナーとの付着力が、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力

の関係とし、或いは、実使用状態における前記像担持体、前記中間転写体、前記転写材とトナーとの付着力が、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力≤転写材とトナーとの付着力

の関係にあるとき、虫喰い状の画像が発生しないことを内容とする。ここで、付着力とは、測定条件下における静電的付着力の意味における静電的付着力及びファン・デル・ワールス力、他の化学的、機械的付着力の総和値を指す。この付着力の一部は、化学的には表面張力等の特性値によっても表現される。付着力を低減するには、材料特性として表面張力を下げることが最も効果的である。

【0112】この付着力と転写性との関係では、一般にトナーとこのトナーを担持している部材との付着力が大きいと、転写性がわるくなるので、本発明の目的を達成するためには、トナーとこのトナーを担持している部材との付着力を低減することが必要である。付着力が小さくなれば、トナーの転写性は向上し、虫喰い状の画像の発生もなくなるのである。しかし、1次転写と2次転写を行なう中間転写体を用いた画像形成装置では、単に、トナーとこのトナーを担持している部材との付着力を小さくするだけでは、虫喰い状の画像の発生を有効に回避することはできない。

【0113】像担持体から中間転写体へ、そして、中間転写体から転写材へのトナーの転写は電界により行なわれるが、転写領域で各部材が接触する場合、例えば、像担持体から中間転写体への転写については、たとえ、像担持体とトナーの付着力がある程度小さくても、中間転写体とトナーとの付着力がさらに小さければトナーは像担持体の方に付着しやすいので、1次転写は完全に行なわれず、一部のトナーが像担持体に残存してしまう。そして、これが1次転写時の虫喰いとなる。同様のこととは、2次転写における中間転写体とトナー、転写材とトナーとの間にてもいえる。これは、2次転写時の虫喰いとなる。

【0114】トナーとこのトナーの担持体との付着力

は、後述する測定方法で定義されるが、これは、トナー粒子一個一個の付着力ではなく、あくまでも統計的な値（平均値）である。付着力が、「像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力」なる関係を満足すれば、1次転写における虫喰いは回避される。従って、1次転写性の向上により、転写材上の最終画像においても、転写性は向上しており、虫喰い画像の防止効果はある。さらに、2次転写における転写の条件も考慮に入れると、「像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力≤転写材とトナーとの付着力」なる条件を満足することも重要である。

【0115】付着力は、遠心力を利用した測定方法により定義される。一例として、電子写真学会誌第34巻第2号の第84頁に掲載された内容に準じて説明する。図12において、ローター回転軸O-Oのまわりにサンプルホルダー60が回転する構成となっている。このサンプルホルダー60の内側にトナー被着材61を設け、このトナー被着材61に対向してトナー捕捉板62を設ける。トナー被着材61としては、感光体9、中間転写ベルト19、転写材等、トナーとの間での付着力を測定したいと考える材料を設け、このトナー被着材61上にトナーTを付着させる。

【0116】トナーTとしては、直径7.5μmのブリテール550（リコー：商品名）を使用した。ローター回転軸O-Oからトナー被着材61の表面であるトナー付着面までの距離rは、8cmとした。サンプルホルダー60を回転することにより、トナーTはトナー付着面から飛翔し、残留トナーは減少する。この残留トナーが50%となるときのサンプルホルダー60の回転速度から、以下の式により、付着力Fを見積もる。

$$F = m \cdot r \cdot (2 \cdot \pi \cdot R)^2 \quad (\text{単位は、nN})$$

ここで、mは捕捉トナーの重量、Rはサンプルホルダーの回転速度、rはサンプルの回転速度とする。

【0117】かかる測定方法によれば、感光体9とトナーTとの付着力は15nN、転写材とトナーTとの付着力は50nNであった。従って、前記表1のデータからもわかるとおり、

感光体とトナーとの付着力（15nN）

中間転写ベルト19とトナーとの付着力（3~100nN）

転写材とトナーとの付着力（50nN）

となり、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力≤転写材とトナーとの付着力の関係を満足する、中間転写体とトナーとの付着力が18nN、20nN、50nNのときにそれぞれランクが5で虫喰い状画像を発生しておらず、上記不等式関係を満足しない100nNのときに2次転写においてランク2と低ランクとなっている。

【0118】また、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力

なる条件を満足しない、中間転写体とトナーとの付着力が3nN、7nN、5nN、8nNのときにそれぞ1次転写で低ランクの結果となっている。これらのことから、付着力の関係については、1次転写における虫喰い画像の防止に関しては、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力

10 の関係を満足することが重要であり、1次転写性の向上が転写材上の最終画像の転写性向上に寄与し、さらに、2次転写における転写条件による虫喰い画像の防止まで含めた場合には、

像担持体とトナーとの付着力≤中間転写体とトナーとの付着力≤転写材とトナーとの付着力の関係を満足することがさらに重要であることがわかる。

【0119】このような関係を満足することができれば、虫喰い状の画像を発生させないことができるが、経時的にも虫喰い状画像の発生の防止のため、上記の関係を満足する必要がある。つまり、当初は、かかる条件を統している、経時的には、トナーのフィルミングなどにより像担持体と中間転写対の上記所定の関係が満たされなくなり、転写不良を生じてしまうおそれがある。従って、実使用時、つまり、当該画像形成装置を作動させ画像形成を行なうときはいつでも、上記所定の関係が満足される必要がある。そのためには、像担持体と中間転写体に、上記所定の関係を経時的に満足する材料を選択し使用するか、又は図2に示すように、画像形成装置が

30 使用される時には、感光体9に対してはステアリン酸亜鉛からなる板状の潤滑剤39をブラシローラ10-2を介して塗布し、さらに、中間転写ベルト19に対してはステアリン酸亜鉛からなる板状の潤滑剤37をブラシ38を介して塗布し、ブラシローラ10-2とブラシ38による単位時間当たりの塗布量を調整することによって、像担持体と中間転写体の付着力の関係を、上記所定の関係に経時に維持するようにしている。なお、潤滑剤塗布に関わる詳細な構成は、後述の請求項8~13で説明するものと同一である。

40 【0120】(五) 請求項16に対応する説明

この例は、「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」、「中間転写体の線速度=転写材の表面張力」なる条件を満足することが、虫喰い状画像の発生防止に効果があるとするものである。前記「従来の技術」の欄で既に述べたように、虫喰い状画像の発生の防止に対しては、既にいくつかの技術が提案されているが、そのうち、「従来の技術」の欄における「I. ②」の項に述べているように、転写媒体間に線速度差を設けた方が虫喰い状の異常画像の解消に有利である。

50 【0121】転写媒体間に線速度差を設けることの意義

について説明する。例えば、図11(a), (b)において、符号IIIはトナー担持側、符号IVはトナー被転写側をそれぞれ示し、トナー担持側IIIが像担持体のときはトナー被転写側IVには中間転写体が、トナー担持側IIIが中間転写体のときはトナー被転写側IVには転写材が、それぞれ対応するものとする。図11(a)はトナー担持側IIIとトナー被転写側IVとの線速度比が1の場合、つまり、等速の場合を模範的に示したもので、トナーテーブルには転写電界による静電力 f_e ($f_e = q \cdot E$)のみ作用する。ここで、 q はトナーの有する電荷 μC 、 E は転写電界である。

【0122】これに対し、図11(b)に示すようにトナー担持側IIIとトナー被転写側IVとの両者間に線速度差がある場合には、静電力 f_e の他に剪断力 f_v が作用する。ここで、剪断力 f_v はファン・デル・ワールス力、他に基づくトナー担持部IIIとトナー被転写部IV間の付着力からトナーテーブルを切り離す力として働く。よって、トナー担持側IIIとトナー被転写側IVとの間に線速度差を設けた図11(b)の方が、図11(a)の場合に比較して、容易に静電力静電力 f_e でトナーテーブルをトナー被転写部IVに転写し得ると考えられ、転写性の向上していると考える。

【0123】これに従えば、「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」、「中間転写体の線速度≠転写材の表面張力」なる条件を満足するのが、よいのであるが、「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」の条件を満足することにより、1次転写で線速度を生ぜしめると、像担持体に対して中間転写体が速い、或いは、遅い、ことにより、像担持体から中間転写体へ転写される画像の伸び、又は、縮みが発生し、当該伸縮を画像処理等で補正する必要が生ずる。

【0124】この補正処理を行なわずに伸び、縮みのない画像を得るには、1次転写工程及び2次転写工程において、像担持体の線速度と転写材線速度とを同一の線速とし、その上で、中間転写体の線速度を像担持体又は転写剤の線速度に対して加速又は減速した関係にする。

【0125】このようにすれば、「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」の条件を満足することにより、1次転写において一旦は、伸び、又は縮んだ画像が、2次転写において、1次転写時と同率の伸縮率で、縮み又は伸びることとなり、像担持体に形成されていた画像の同じ伸縮のない画像に復元され、別途、画像伸縮に対する補正手段を講ずることなく、虫喰い状画像の発生を防止できる。

【0126】(六) 請求項3に対応する説明

この例は、

像担持体の表面張力≤中間転写体の表面張力

の関係を満足した上でさらに、

像担持体の線速度≠中間転写体の線速度

中間転写体の線速度=転写材の表面張力
なる条件を満足することが、虫喰い状画像の発生防止に効果があるとするものである。

10 像担持体の表面張力≤中間転写体の表面張力≤転写材の表面張力

の関係を満足した上でさらに、
像担持体の線速度≠中間転写体の線速度

中間転写体の線速度=転写材の表面張力
なる条件を満足することが、虫喰い状画像の発生防止に効果があるとするものである。

【0129】虫喰い状画像の発生防止において、「像担持体の表面張力≤中間転写体の表面張力≤転写材の表面張力」の関係が重要であることは、前記「(三) 請求項1、2、5に対応する説明」の項で既に述べた通りである。また、「(五) 請求項3に対応する説明」の項で転写媒体間に線速度差を設けることの重要性も説明した。

【0130】「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」、「中間転写体の線速度=転写材の表面張力」なる条件は、前記「(五) 請求項3に対応する説明」の項で述べたように、「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」の条件を満足することにより、1次転写で線速度を生ぜしめると、像担持体に対して中間転写体が速い、或いは、遅い、ことにより、像担持体から中間転写体へ転写される画像の伸び、又は、縮みが発生し、当該伸縮を画像処理等で補正する必要が生ずる。そこで、この補正処理を行なわずに伸び、縮みのない画像を得るために手段として、1次転写工程及び2次転写工程において、像担持体の線速度と転写材線速度とを同一の線速とし、その上で、中間転写体の線速度を像担持体又は転写剤の線速度に対して加速又は減速した関係にすることとしたものである。

【0131】このようにすれば、「像担持体の線速度≠

40 中間転写体の線速度」の条件を満足することにより、1次転写において一旦は、伸び、又は縮んだ画像が、2次転写において、1次転写時と同率の伸縮率で、縮み又は伸びることとなり、像担持体に形成されていた画像の同じ伸縮のない画像に復元され、別途、画像伸縮に対する補正手段を講ずることなく、しかも、表面張力の関係も、上記式の関係を満足しているので、虫喰い状画像の発生を防止できる。

【0132】(八) 請求項8に対応する説明

本例は、虫喰い状画像の発生防止の条件として、「像担持体の表面エネルギー≤中間転写体の表面エネルギー」

効果があるとするものである。

【0127】上記「(五) 請求項1に対応する説明」の欄で既に述べたように、虫喰い状画像の発生の防止に対しては、転写媒体間に線速度差を設けた方が有利であるとの内容を請求項1の発明と結び付けて、条件をより限定することにより、虫喰い状画像の発生防止をより一層完全ならしめるものである。

【0128】(七) 請求項6に対応する説明

この例は、

像担持体の表面張力≤中間転写体の表面張力≤転写材の表面張力

の関係を満足した上でさらに、

像担持体の線速度≠中間転写体の線速度

中間転写体の線速度=転写材の表面張力

なる条件を満足することが、虫喰い状画像の発生防止に効果があるとするものである。

【0129】虫喰い状画像の発生防止において、「像担持体の表面張力≤中間転写体の表面張力≤転写材の表面張力」の関係が重要であることは、前記「(三) 請求項1、2、5に対応する説明」の項で既に述べた通りである。また、「(五) 請求項3に対応する説明」の項で転写媒体間に線速度差を設けることの重要性も説明した。

【0130】「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」、「中間転写体の線速度=転写材の表面張力」なる条件は、前記「(五) 請求項3に対応する説明」の項で述べたように、「像担持体の線速度≠中間転写体の線速度」の条件を満足することにより、1次転写で線速度を生ぜしめると、像担持体に対して中間転写体が速い、或いは、遅い、ことにより、像担持体から中間転写体へ転写される画像の伸び、又は、縮みが発生し、当該伸縮を画像処理等で補正する必要が生ずる。そこで、この補正処理を行なわずに伸び、縮みのない画像を得るために手段として、1次転写工程及び2次転写工程において、像担持体の線速度と転写材線速度とを同一の線速とし、その上で、中間転写体の線速度を像担持体又は転写剤の線速度に対して加速又は減速した関係にすることとしたものである。

【0131】このようにすれば、「像担持体の線速度≠

40 中間転写体の線速度」の条件を満足することにより、1次転写において一旦は、伸び、又は縮んだ画像が、2次転写において、1次転写時と同率の伸縮率で、縮み又は伸びることとなり、像担持体に形成されていた画像の同じ伸縮のない画像に復元され、別途、画像伸縮に対する補正手段を講ずることなく、しかも、表面張力の関係も、上記式の関係を満足しているので、虫喰い状画像の発生を防止できる。

【0132】(八) 請求項8に対応する説明

本例は、虫喰い状画像の発生防止の条件として、「像担持体の表面エネルギー≤中間転写体の表面エネルギー」

なる関係を必要とする。前記従来の技術の欄におけるc. の項で述べたように、純物質の場合、表面張力は表面エネルギーと同義である。また、一般的に純物質でなくとも、濡れ性と同様に表面張力は表面エネルギーの代用特性として扱われている。従って、請求項1における、「像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力」の関係は、「像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギー」の関係に置き換えて、虫喰い状画像の発生防止について、効果があるといえる。

【0133】(九) 請求項9に対応する説明

この例は、請求項8に記載の発明における、「像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギー」の関係を具体的に達成するための1手段に相当し、「像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギー」なる関係を満足させるために、像担持体の表面に、表面エネルギーを下げるために潤滑材を塗布することを内容とする。像担持体としての、感光体は、感光体特性である、静電特性、機械的、耐久的特性等の観点から、一般的にポリカーボネート樹脂が使用される。これに対し、中間転写体は、材料選択の自由度があるため、表面エネルギーの小さなフッ素系樹脂材料を用いることができる。

【0134】このように、中間転写体として、表面エネルギーの小さな材料を使用した場合、表面エネルギーに関しては、

像担持体の表面エネルギー $>$ 中間転写体の表面エネルギーとなり、また、

中間転写体の表面エネルギー $<$ 転写材の表面エネルギーなる関係となり、2次転写についてはともかく、1次転写に際して虫喰い状の画像を生じることとなる。つまり、どのような中間転写体が用いられようが、虫喰い状の画像を生じさせないための上記、像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギーなる関係を維持するためには、像担持体の表面エネルギーを中間転写体の表面エネルギーよりも下げるべく、像担持体上に潤滑剤を塗布する必要が生じることとなる。

【0135】なお、過剰に潤滑剤を塗布した場合には副作用が生じるため、上記の不等式で表現される関係を維持できる範囲で、極力、潤滑剤の塗布量は抑制したい。実際の潤滑材の塗布方法は、ブラシ塗布、又は潤滑材の圧接塗布のため、単位時間当たりの塗布量の制御は、ブラシ回転速度、潤滑材当接圧などで経験的に塗布量を制御する。以下に具体例を述べる。

【0136】図1において、感光体クリーニングユニット10には、前記したように、ブラシローラ10-2が設置されている。このブラシローラ10-2は感光体9の回転に同期して感光体とは逆方向に回転駆動される。この回転に際し、該ブラシローラ10-2は、感光体の表面を揩擦し、1次転写にて残留した転写残トナーを機

械的あるいは静電的にクリーニングする。

【0137】さらに、ステアリン酸亜鉛を主成分とする板状の潤滑剤39がブラシローラ10-2に常に当接する位置に配置されており、ブラシの回転に伴い、潤滑剤は前記したクリーニング工程と同時にブラシローラ10-2により、削られる。こうしてブラシ表面に付着した潤滑剤は感光体9の表面に塗布され、下流に位置するゴムブレード10-3にて、感光体表面に均一に塗布される。

【0138】なお、ブラシローラ10-2を介しての潤滑剤39の感光体9への塗布は、上記説明のように、常に行つてもよいし、或は、間欠的に行つようにもよい。

【0139】ここで、潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を選択したのは、成形加工がしやすいとの製造上の理由と、感光体9に対して画像形成にかかる悪影響がない特性上の理由による。よって、ステアリン酸亜鉛が本発明にかかる唯一の物質ではなく、かかる特性を具備していれば、他の物質でもよい。

【0140】このように、感光体9に潤滑剤を塗布することにより、感光体9の表面エネルギーが下がり、感光体9上のトナーの離型性が向上するので、中間転写体に対する転写性能が向上し、1次転写を良好に行うことが可能となる。

【0141】(十) 請求項10に対応した説明

本例は、像担持体の表面エネルギー \leq 中間転写体の表面エネルギーなる関係を満足させるため、潤滑剤を塗布する際、像担持体の表面に潤滑剤を塗布するとき、中間転写体の表面にも潤滑剤を塗布することを内容とするものである。つまり、本例では、前記請求9に対応した例を実施して、感光体9に対して潤滑剤を塗布するとともに、中間転写ベルト19に対しても潤滑剤を塗布する。

【0142】上記所定の表面エネルギーの関係を経時的に満足させるためには、画像形成装置が使用されるとき、感光体9に対してはステアリン酸亜鉛からなる潤滑材を塗布するのみならず、中間転写ベルト19に対しても、ステアリン酸亜鉛からなる潤滑剤を塗布することが必要となる場合もある。感光体及び中間転写体に対する単位時間当たりの潤滑材の塗布量を調整することによって、像担持体と中間転写体の表面エネルギーの関係を、上記所定の関係に経時的に維持し、虫喰い状画像の発生を防止、抑制するようにする。さらに、転写材の両面に画像を形成する所謂両面コピーの場合、転写材には表面（最初に上を向いている面）にトナーが転写、定着された後、図示しない反転機構により該転写材が反転されて、前に表面だった面が下向き、前に裏面だった面（以下、裏面という）が上を向いて、この裏面に、2次転写によるトナーが転写されることとなる。

【0143】しかし、この裏面に2次転写する際には、該裏面には既に、前記表面のトナー像の定着の際に、該

定着ローラからの離型性向上のために定着ローラに塗布されている定着オイルが塗布されているため、表面転写時に比べて、該裏面の表面エネルギーは大幅に低下している。従って、裏面転写時に虫喰い状の画像を発生させないためには、
感光体の表面エネルギー ≤ 中間転写ベルトの表面エネルギー ≤ 転写材の表面の表面エネルギー ≤ 転写材の裏面の表面エネルギー
なる関係とする必要が生じる。

【0144】従って、両面コピー時の中間転写ベルトの表面エネルギーは、片面コピーの場合に比較して、より小さく抑えられねばならない。そこで、本例では、感光体と中間転写ベルトの両者に潤滑剤を塗布することで、上記不等式の関係を満足して、両面コピー時における虫喰い状の画像の発生を防止する。

【0145】このため、図2に示すように、ローラ35近傍の中間転写ベルト19に対向して潤滑剤の塗布装置36を設けている。この塗布装置36は、ステアリン酸亜鉛を主成分とする潤滑油添加剤を溶融し、冷却固化させた板状の潤滑剤37と、この潤滑剤の表面を摺擦するブラシ38などから構成されている。

【0146】ここで、潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を選択したのは、成形加工がしやすいとの製造上の理由と、中間転写ベルト19に対して画像形成にかかる悪影響がない特性上の理由による。よって、ステアリン酸亜鉛が本発明にかかる唯一の物質ではなく、かかる特性を具備していれば、他の物質でもよい。

【0147】この装置は、予め決められた作像動作終了時（例えば、50枚画像形成後）の中間転写ベルト19の最後のクリーニング工程において動作する。ブラシ38は図示しない回転装置により回転させられる。塗布装置36は図示しないソレノイドにより、中間転写ベルト19にブラシ38が所定時間（ベルト2～3回転分）当接するように移動する。

【0148】この動作により、ブラシ38により削られて、ブラシ表面に付着した潤滑剤は、中間転写ベルト19の表面に均一に付着する。

【0149】以上、本例において、感光体9と、中間転写ベルト19の表面エネルギーが一定水準に下がることから、1次転写性のみならず、2次転写性も向上させることができる。

【0150】（十一）請求項11に対応した例
本例は、前記（十）において、潤滑剤を塗布する際に、像担持体の表面に塗布される潤滑剤は、中間転写体の表面に塗布される潤滑剤と同等以下の表面エネルギーを像担持体に与えるものとすることを内容とするものである。つまり、前記（十）に記載した内容を実施する際に、

感光体の表面エネルギー ≤ 中間転写ベルトの表面エネルギー ≤ 転写材の表面の表面エネルギー ≤ 転写材の裏面の表面エネルギー

表面エネルギー

なる関係を満足させるため、感光体9の表面に塗布される潤滑剤は中間転写ベルト19の表面と同等以下の表面エネルギーを感光体9の表面に与えるものとする。

【0151】本例により、感光体の表面エネルギーは中間転写ベルトの表面エネルギーと同等以下となり、感光体から中間転写ベルト間に作用している転写電界によるトナーの転移に際してこれを妨げることがないので、感光体表面からのトナーの離型性、つまり、1次転写性を向上させることができる。

【0152】ここで、潤滑剤39をブラシローラ10-2に常に当接する位置に配置してブラシの回転に伴い、潤滑剤をブラシローラ10-2を介して感光体9の表面に常に塗布するようにした場合には、感光体9からのトナーの離型性を中間転写ベルト19と同等以上にすることができ、1次転写性を向上させることができる。ところで、1次転写性を向上させるための、像担持体の表面エネルギー ≤ 中間転写体の表面エネルギー

なる関係を維持するためには、中間転写体以上に像担持体には潤滑剤が塗布されなければならない。一般に、像担持体の周辺には種々の部材が配置されている。従って、像担持体に潤滑剤を間欠塗布するのに必要な接離機構を設けるスペースを確保することは困難であることが多い。その場合には、像担持体への潤滑剤の塗布は連続塗布、中間転写体へは間欠塗布とすることで、上記不等式の関係を満足することとする。

【0153】（十二）請求項12、13に対応した説明

本例は、前記（十）に記載の請求項10に対応した内容を実施する際に、感光体9の表面に塗布される潤滑剤は中間転写ベルト19の表面に塗布される潤滑剤と同じものとすることを内容とする。これにより、感光体の表面エネルギー ≤ 中間転写ベルトの表面エネルギー ≤ 転写材の表面の表面エネルギー ≤ 転写材の裏面の表面エネルギー

なる条件を満足させることができる。
【0154】つまり、本例により、感光体と中間転写ベルトの表面エネルギーは等しくなり、この場合でも転写電界によるトナーの付着力を損なわないので、1次転写性を劣化させなくすることができる。ここで、さらに、像担持体の表面に塗布される潤滑剤の単位時間あたりの塗布量を、中間転写体の表面に塗布される潤滑剤の単位時間あたりの塗布量よりも多くすれば、請求項8における、「像担持体の表面エネルギー ≤ 中間転写体の表面エネルギー」なる条件を満足することができる。

【0155】（十三）像担持体、中間転写体の各表面エネルギーの変化と転写特性との関係

さらに、請求項8、9、10、11、12、13に記載の「表面エネルギー」に関し、潤滑剤の塗布工程、塗布

条件等の具体例を示し、当該請求項に関わる発明をより詳しく説明する。図4～図7において明らかにように、1次転写不具合領域は像担持体である感光体と中間転写体である中間転写ベルトの各表面エネルギーの相対的な差によって決まり、2次転写不具合領域は中間転写ベルト表面エネルギーの絶対値により決まる。中間転写体と転写材の各表面エネルギーに関しては、「中間転写体の表面エネルギー≤転写材の表面エネルギー」の関係が維持されるか否かにかかっている。しかし、当然のこととして、転写材の表面エネルギーを我々はコントロールできない。以上により、2次転写の不具合領域は、中間転写体の表面エネルギーの絶対値できることとなる。

【0156】① 感光体・中間転写ベルトの両方に何も塗布しない場合（図4参照）

従来技術に相当する。感光体、中間転写ベルトとともに、表面エネルギーは、コピー枚数が増すにつれて上昇する。しかし、感光体表面はブラシローラ10-2により研磨される。一方、中間転写ベルトはこのようなブラシローラは備えていない。従って、コピー枚数を重ねると、感光体表面の表面エネルギーはブラシローラによる研磨による低減効果と、トナーフィルミングによる上昇効果との収支バランスにより、徐々に上昇する。これに対し、中間転写ベルトの方は、研磨ローラを具備していないので、トナーフィルミングによる表面エネルギーの上昇の割合が感光体表面よりも大きくなる。このため、図4に示すように、中間転写ベルトの方がコピー枚数の増加とともに表面エネルギーの上昇率が大きくなる。従って、

感光体表面エネルギー≤中間転写ベルトの表面エネルギー

なる関係は満足され、1次転写工程における転写は、虫喰い状の画像を生じないものの、コピー枚数がある値に達すると、図3において、中間転写ベルトの表面エネルギーの直線が2次転写不具合領域に入るコピー枚数K1のときから、

中間転写ベルトの表面エネルギー≤転写材の表面エネルギー

なる関係を満足しなくなり、2次転写で虫喰い状の画像を発生してしまう。

【0157】このため、感光体の表面エネルギーが中間転写ベルトに対し、相対的に小さいので、1次転写の不具合は発生しないが、中間転写ベルト表面エネルギーが感光体よりも相対的に大きい範囲で2次転写の不具合を発生させてしまう。

【0158】② 中間転写ベルトに間欠的に潤滑剤を塗布する場合（図5参照）

従来技術に相当する。感光体の表面エネルギーはブラシローラによる研磨と、トナーフィルミングとの収支バランスに応じて、図4の場合と同じにコピー枚数の増加とともに、徐々に上昇する。これに対し、中間転写ベルト

の表面は、潤滑剤の塗布が間欠的になされるのであるから、塗布がなされると一気に下降し、塗布が止むとトナーフィルミングにより徐々に上昇する。このため、塗布の直後と塗布後の状態とで、鋸歯状の変化を繰り返す。

【0159】このように、中間転写ベルトの表面エネルギーは、鋸歯状の変化を繰り返すものの、表面エネルギーの小さい潤滑剤が経時的に塗布されるので、常に感光体の表面エネルギーを上回ることがなく、略一定のレベルで推移する。それでも、転写性に寄与する他の条件により、感光体のトナーフィルミングがまだ少ないときは、1次転写不具合領域には入らないが、感光体の表面エネルギーは徐々に上昇していくわけであるから、コピー枚数K2のときからは、1次転写不具合領域に突入してしまう。そして、1次転写不具合領域に入った以降は、“かすれ”などの不具合が顕在化する。実際には、収支状態はアンバランスであり、中間転写ベルトの表面エネルギーは、ばらついているので、中間転写ベルトに潤滑剤を塗布する場合には、一般的にこのような状態を生じる。

【0160】③ 中間転写体に間欠的に潤滑剤を塗布し、かつ、感光体にも同じ潤滑剤を塗布する場合（図6、図7参照）

図6については、中間転写ベルトの表面は、図5におけると同じように、潤滑剤の塗布が間欠的になされるのであるから、塗布がなされると一気に下降し、塗布が止むとトナーフィルミングにより徐々に上昇する。このため、塗布の直後と塗布後の状態とで、鋸歯状の変化を繰り返す。感光体については、中間転写ベルトと同じ潤滑剤が塗布される訳であるから、表面エネルギーは、破線で示すように、中間転写ベルトにおける鋸歯の底部に沿う一定の値で推移する。従って、中間転写ベルト、感光体共に、1次転写不具合領域にも、また、2次転写不具合領域にも入り込みます、虫喰い状の画像は発生しない（請求項12）。

【0161】図7については、中間転写ベルトの表面に対する潤滑剤の塗布の条件は、図5におけると同じであるが、転写材の種類が変わることにより、中間転写ベルト上の潤滑剤の減少の度合いが不均一になり、或いは、中間転写ベルト上のトナーの有無の分布状態によっては、該中間転写ベルト上のトナー減少の度合いが一定とならないために、中間転写ベルトの表面エネルギーを示す曲線は、図5、図6に示したような規則的な鋸歯状とはならず、ランダムな形となる。この場合でも、中間転写ベルト、感光体共、使用されている潤滑剤は同じであるので、中間転写ベルトの表面エネルギーは、中間転写ベルトの表面エネルギーを下まわることはない。

【0162】④ 潤滑剤塗布の具体例

〔中間転写ベルトに対する潤滑剤の塗布〕

a. 塗布工程

工程1

図2、図3に示した構成の画像形成装置において、既に説明したように、中間転写ベルト19上に形成された1次転写像としてのトナー像が、2次転写工程により、転写材としての転写紙に転写される。中間転写ベルト19上に残留した転写残トナーは、ベルトクリーニングユニット22のクリーニング用のゴムブレード22-2を接触機構22-3により中間転写ベルト19に押圧することにより除去される。これにより、中間転写ベルト19は初期化される。このクリーニング工程は、2次転写工程毎に実施されるのであるが、この2次転写工程50回毎に上記クリーニング工程後、中間転写ベルト19への潤滑剤塗布工程が実施される。

【0163】工程2

このように、板状のステアリン酸亜鉛からなる潤滑剤37に常時接触したブラシ38を回転駆動することにより、前記ステアリン酸亜鉛の表面を摺擦することで、ブラシ38に潤滑剤37を付ける。

【0164】工程3

工程1の状態のまま、塗布装置36を図示しない押圧機構により中間転写ベルト19に押圧する。

【0165】工程4

中間転写ベルト19上に塗付けられたステアリン酸亜鉛はさらに、ベルトクリーニングユニット22のゴムブレード22-2にて中間転写ベルト上に均一に伸ばされ、安定した状態としてベルト表面を被う。

【0166】工程5

塗布装置36は少なくとも中間転写ベルト19の1周を塗布するまで当該中間転写ベルト19に接触し続ける。そして、この1周塗布が終わるタイミングを接觸条件としている。ブラシ38の回転駆動は中間転写ベルト19への塗布終了後停止する。

【0167】工程6

ベルトクリーニングユニット22のクリーニングブレードは、少なくともステアリン酸亜鉛が塗布された領域については接触するように制御される。例えば、潤滑剤塗布領域が2回通過後、つまり、中間転写ベルト19が2周通過後接觸機構22-2により離している。

【0168】工程7

中間転写ベルト19は上記工程6の工程終了後、回転駆動が停止される。上記、潤滑剤塗布に際しての各ユニットの条件は次の通りである。

【0169】b. 塗布条件

- ・ 中間転写ベルト19の線速度：180 mm/sec
- ・ ブラシ38の回転速度：600 rpm（ブラシは中間転写ベルトと同じ向きに回転する）
- ・ ブラシ38の材質：導電性アクリル繊維・300D/48F・20,000本/inch² (SA-7: 東レ・商品名)
- ・ ブラシ38のステアリン酸亜鉛への食い込み量：1 mm

・ ブラシ38の中間転写ベルト19への食い込み量：1 mm

【0170】〔感光体に対する潤滑剤の塗布〕

a. 塗布工程

工程1

感光体9へはトナー像が前記した作像プロセスにより形成され、トナー像は1次転写工程にて、中間転写ベルト19へ転写される。感光体9上に残留した転写残トナーは、感光体クリーニングユニット10に位置するブラシローラ10-2にて殆どが除去される。ブラシローラ10-2は、図示しない駆動機構により、感光体9とは逆向きに回転駆動される。ブラシローラ10-2は、感光体表面を摺擦し、転写残トナーを機械的・電気的作用にて捕獲する。ブラシローラのブラシに捕獲されたトナーは、トナーの極性とは逆極性のバイアス電圧が印加されたバイアスローラ10-4を摺擦する次工程にて電気的作用により該バイアスローラ10-4に移行し、ブラシローラ10-2はクリーニングされる。

【0171】工程2

ブラシローラ10-2に常に接触するようにして、板状のステアリン酸亜鉛からなる潤滑剤39が設けられている。この潤滑剤39は、ブラシローラ10-2で摺擦されることにより、ブラシに付着する。

【0172】工程3

ブラシローラ10-2は、感光体表面を摺擦する工程へ移り、前記中間転写ベルト19における潤滑剤の塗布工程と同じように、ブラシ38に付着したステアリン酸亜鉛を感光体9の表面に塗付ける。

【0173】工程4

感光体表面に塗付けられたステアリン酸亜鉛は、感光体の回転方向上、ブラシローラ10-2の次の位置に設けられたゴムブレード10-3により均一に延ばされ、安定した状態として感光体表面を被う。

【0174】工程5

感光体クリーニングユニット10は常に感光体9に接触しており、ブラシローラ10-2は感光体駆動と同期して回転駆動される。よって、感光体9へのステアリン酸亜鉛塗布を常に行なわれ、その結果、感光体表面の表面エネルギーは安定している。

【0175】b. 塗布条件

- ・ 感光体9の線速度：180 mm/sec
- ・ ブラシローラ10-2の回転速度：170 rpm（ブラシローラは感光体と逆向きに回転する）
- ・ ブラシの材質：導電性アクリル繊維・300D/48F・20,000本/inch² (SA-7: 東レ・商品名)
- ・ ブラシのステアリン酸亜鉛への食い込み量：1 mm
- ・ ブラシの感光体への食い込み量：1 mm

なお、感光体9への潤滑剤の塗布は上記のようにブラシローラを介すことなく、板状ステアリン酸亜鉛を直

接、感光体9に当接して塗布することもできる。ここで、感光体9と、中間転写対19について、単位時間あたりの潤滑剤の塗布量を、感光体>中間転写体の関係にすれば、付着力、表面エネルギー、表面張力などについて、虫喰い状画像の発生が防止される条件にすることができる。感光体表面エネルギーは潤滑剤により、常に一定の表面エネルギー状態に保たれる。中間転写ベルト表面は、図4の場合と同様に、潤滑剤の收支バランスがとれていれば塗布直後、直前の状態を繰り返す。これにより、感光体、中間転写ベルトの表面エネルギーは1次・2次転写不具合領域に入り込みず、常に安定した転写が行われる。

【0176】実際の装置においては、中間転写ベルト上の潤滑剤の量は、図6に示したような規則的な変動はない。しかし、感光体表面の表面エネルギーが一定に保たれれば、中間転写ベルトの表面エネルギーが図7に示すように変動しても、感光体、中間転写ベルトとともに、1次転写不具合領域に入り込みず、図5に示したと同じように、常に虫喰い状画像の生じない安定した転写が行われる。

【0177】前記本発明の実施例において、像担持体である感光体へ塗布する潤滑剤は、ラシローラ10-2により常に感光体に塗布される。別の実施例としては、中間転写ベルトへの塗布法と同じように、感光体クリーニングユニット10とは別個に専用の塗布装置を設けることもできる。

【0178】(十四) 請求項4, 7に対応する説明
この例は、「像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力」とする場合、或いは、「像担持体の表面張力 \leq 中間転写体の表面張力」とする場合において、さらに、これらの条件に加重して、中間転写体の表面粗度を0.6~0.9 μm (JIS B0601による十点平均粗さ) とすることとしたものである。転写性の向上に、表面粗度が関係していることは、前記従来の技術の欄における①で述べた通りであり、虫喰い状画像の発生防止上、表面粗度に関して、上記限定を加重することで、一層の効果がある。なお、本願発明は、上記実施例に限定されるものではない。例えば、表面張力、付着力、表面エネルギー等の数値、又は使用材料を実験データとして記載し*

*ているが、本願発明は、当該数値、材料に限定されるものではない。像担持体として感光体ドラムを、中間転写体として中間転写ベルトを各々実施例に記載したが、感光体ドラムはベルト状、中間転写ベルトはドラム状でも本願発明は適用される。その他、本願発明の技術的思想を利用するものは全て本願発明に含まれる。

【0179】

【発明の効果】本発明の何れの請求項においても、虫喰い状の画像の発生を防止することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施に適する画像形成装置の要部構成を説明した図である。

【図2】本発明の実施に適する画像形成装置の要部構成であって、潤滑剤塗布手段を付帯したもの構成を説明した図である。

【図3】本発明の実施に適する画像形成装置の全体構成を説明した図である。

【図4】中間転写ベルトと感光体の表面エネルギーの変化を説明した図である。

20 【図5】中間転写ベルトと感光体の表面エネルギーの変化を説明した図である。

【図6】中間転写ベルトと感光体の表面エネルギーの変化を説明した図である。

【図7】中間転写ベルトと感光体の表面エネルギーの変化を説明した図である。

【図8】虫喰い状の画像を例示した図である。

【図9】表面の凹凸と転写性能の関係を説明した図である。

【図10】表面の凹凸と転写性能の関係を説明した図である。

【図11】転写媒体の線速度差と転写性能の関係を説明した図である。

【図12】トナーの付着力の測定方法を説明した図である。

【符号の説明】

9 (像担持体としての) 感光体

19 (中間転写体としての) 中間転写ベルト

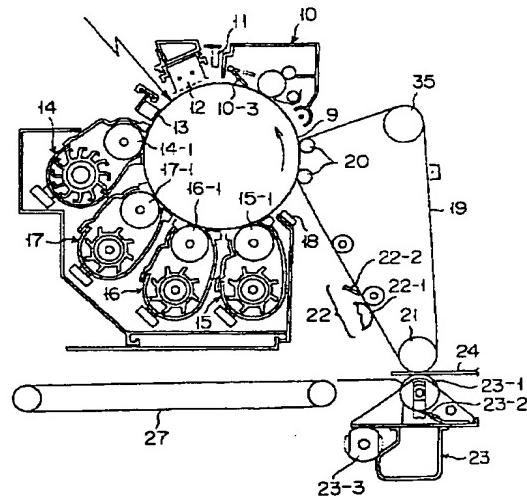
37 潤滑剤

39 潤滑剤

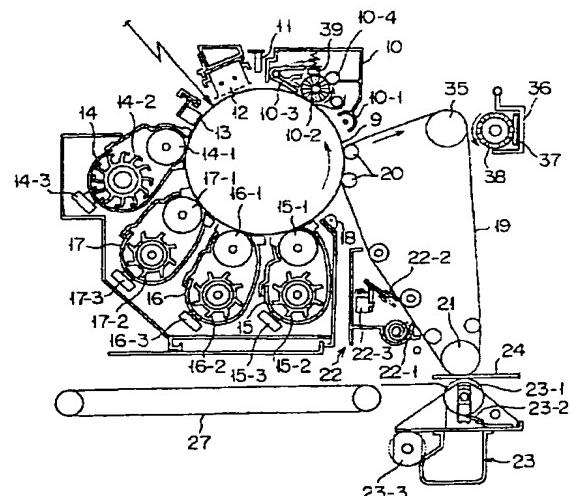
【図9】

【図10】

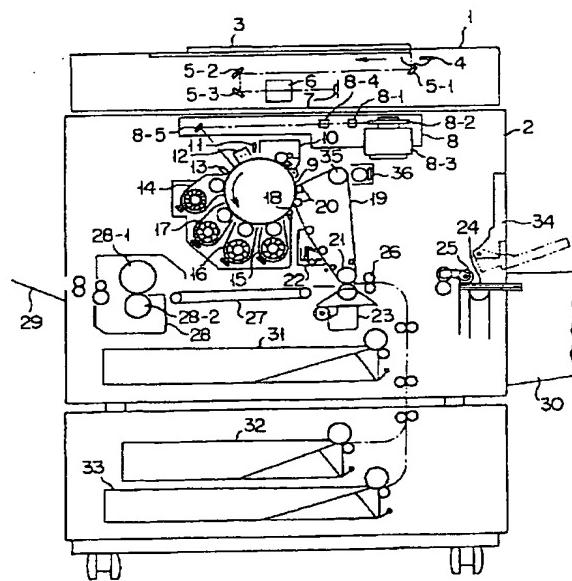
【図1】



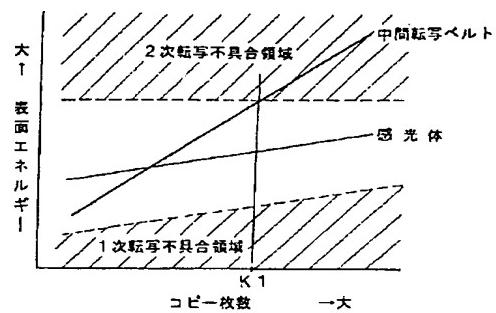
【図2】



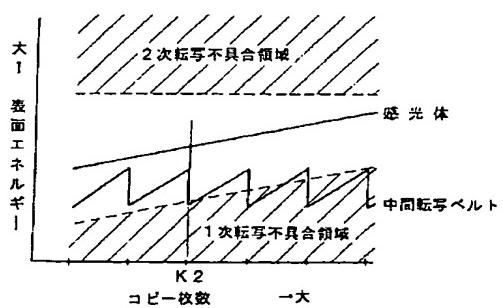
【図3】



【図4】



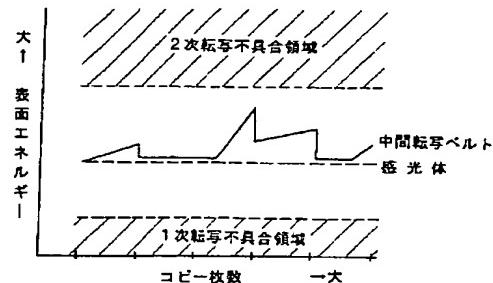
【図5】



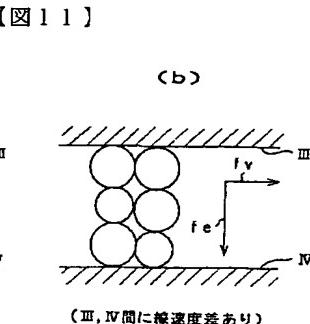
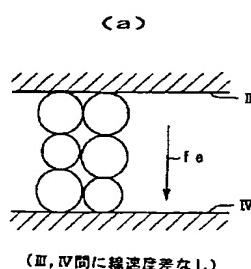
【図6】



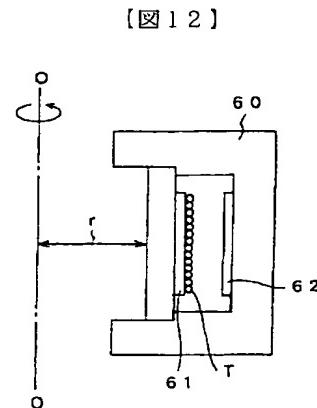
【図7】



【図8】



【図11】



【図12】

フロントページの続き

(72)発明者 青戸 淳
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(72)発明者 山下 昌秀
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

(72)発明者 美才治 隆
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(72)発明者 大崎 真実
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(72)発明者 新谷 剛史
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内